

## 研究テーマ Silicon-On-Insulator (SOI) 技術を用いた半導体検出器の開発

### 1 Silicon On Insulator

我々は KEK, JAXA, 沖電気, とともに SOI (Silicon On Insulator) 技術を用いた monolithic pixel 検出器の開発を行っている。放射線センサーと読みだしエレクトロニクスを一体化した今までにない検出器である。今回は積分型 pixel 検出器の性能評価, 及び陽子線放射線耐性についての研究を報告する。

#### 1.1 SOI 検出器の特徴

SOI pixel 検出器の特徴を以下にあげる。(図 1 参照)

- ・センサー部とエレクトロニクス部で抵抗の違う Si ウエハーが選択可能
- ・バンプボンディングなどの機械接続がなくなるので, 物質量が少なく, より小面積の pixel が見込まれる。
- ・寄生容量が小さいので, 回路の高速化, 低消費電力化が望める。

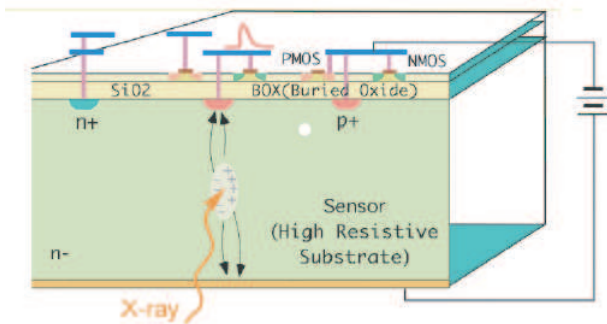


図 1: SOI pixel 検出器

### 2 測定結果

n-type pixel の性能評価および, p-type pixel の放射線耐性について評価した。

#### 2.1 n-type pixel 性能評価

bulk が n-type の pixel (FY05) を昨年作製した。昨年の sample に Bias, Guard Ring の角に丸みをつけるといった改良点を加えた sample を今年製作 (FY06) した。FY07 には昨年同じ implant の Standard(=ST),

と Standard よりも 4 倍深く implant した High Energy(=HE) の 2 種類がある。今回はこれらの sample の性能評価を以下の測定項目に関して測定を行った。

#### (1) Leak current

今年作成した FY06 は FY05 に比べ, 最大で 130V まで電圧が印加できることがわかった。(図 2)

また, leak がどこで起こっているのかを調べるために, 赤外線カメラを用いて Hot Spot の測定を行った。図 3 より, Bias, Guard ring の角に電場が集中していることがわかる。

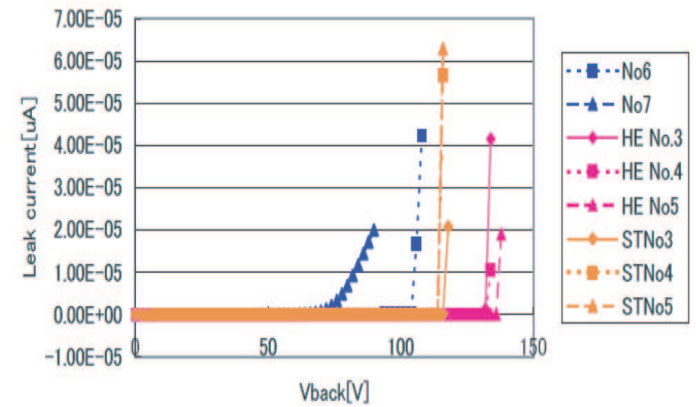


図 2: I-V 測定

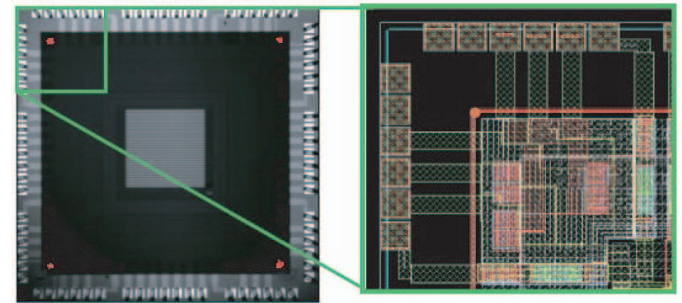


図 3: 赤外線カメラによる HotSpot の測定  
(2) Photo response

pixel に 670nm の laser を照射し, 光応答をみた。光を当てていないとき応答する ON ch や光を当てても応

答しない OFF ch といった異常 Ch が確認されたが、いずれも 1% 未満であった。(図 4)

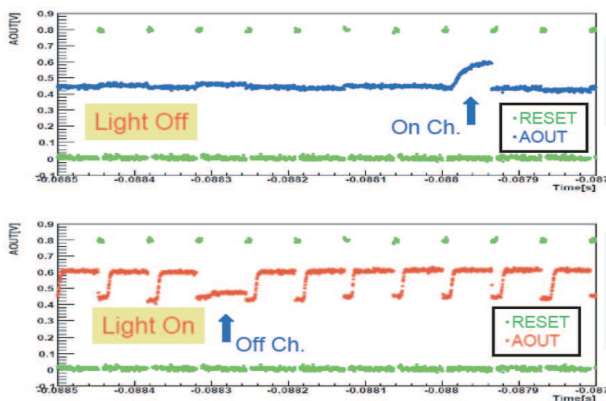


図 4: photo response の様子

## 2.2 p-type pixel 陽子線放射線耐性

東北大学 CYRIC において 70MeV の陽子線の照射実験を行った。放射線による半導体デバイスへの影響はいくつかあげられるが、今回はセンサー部 Si の放射線損傷を評価するために陽子線の照射を行った。照射量は次の 3 種類である。

$$1 \times 10^{14}, 1 \times 10^{15}, 1 \times 10^{16}$$

(単位: MeV-neq/cm<sup>2</sup>)

現行 LHC pixel 検出器に要求される放射線量は  $1 \times 10^{15}$  である。

照射量  $1 \times 10^{15}$  までは pixel 検出器のエレクトロニクス部分は動作していることが確認できた。

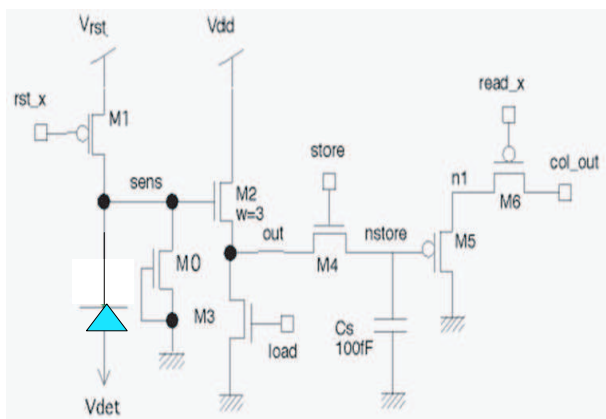


図 5: pixel の回路図

pixel の回路図を図 5 に示す。Vrst を test pulse として応答を見たところ、出力信号がみられる Vrst の範囲

に変化がみられた。これは放射線により transistor の閾値が変化していることが影響しているものと考えられる。(図 6)

照射量	動作領域 Vrst
未照射	0.5-1.0[V]
$1 \times 10^{14}$	0.36-1.0[V]
$1 \times 10^{15}$	0.32-1.0[V]
$1 \times 10^{16}$	No signal

図 6: 出力信号の動作領域

## 3 Summary, To do

・ n-type の性能評価: 今年作成した sample は昨年のもより改善され、最大で 130V まで電圧を印加でき、異常 ch の割合は 0.1% 未満である。

・ p-type pixel:  $1 \times 10^{16}$  [1MeV-neq/cm<sup>2</sup>] までの照射実験を行った。  $1 \times 10^{15}$  までの照射量ではエレクトロニクス部分は動作していることがわかった。

・ 今後の予定としては、 n-type pixel に対しても照射実験を行い、 backgate 効果など放射線損傷についての詳細について研究していく予定である。